



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑨ EP 0 844 470 B 1

⑩ **DE 697 10 683 T 2**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 01 L 23/22**  
G 01 P 15/09

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 697 10 683.7
- ⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: 97 120 109.0
- ⑨⑥ Europäischer Anmeldetag: 17. 11. 1997
- ⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 27. 5. 1998
- ⑨⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 27. 2. 2002
- ④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 1. 8. 2002

③① Unionspriorität:

32599896 21. 11. 1996 JP  
28449497 30. 09. 1997 JP

⑦③ Patentinhaber:

NGK Spark Plug Co., Ltd., Nagoya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦⑦ Erfinder:

Ito, Yasuo, Mizuho-ku, Aichi, JP; Fujikawa,  
Yoshitaka, Mizuho-ku, Aichi, JP

⑤④ Klopfsensor

**DE 697 10 683 T 2**

**DE 697 10 683 T 2**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

EP 97 120 109.0

NGK SPARK PLUG CO., LTD.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Klopfsensor, der die Merkmale besitzt, die in dem Oberbegriff des Anspruchs 1 enthalten sind. Ein solcher Klopfsensor, wie er aus der US 4,967,114 bekannt ist, ist an einer Brennkraftmaschine befestigt, um ein Klopfen elektrisch zu erfassen.

Ein Beschleunigungsdetektor, der mit einem Kabelauslaß unter rechten Winkeln zu einer Richtung der Hauptvibrationen, die erfaßt werden sollen, versehen ist, insbesondere zum Erfassen von Klopfsignalen in Brennkraftmaschinen, ist aus der US 4,399,705 bekannt.

Um ein Klopfen, erzeugt in einer Brennkraftmaschine eines Motorfahrzeugs zu erfassen, ist ein Sensor, um eine Vibration aufgrund eines Klopfens zu erfassen, unter Verwendung eines piezoelektrischen Elements weit verbreitet verwendet worden. Solche Klopfensensoren werden in zwei Arten klassifiziert: in einen resonanten Typ und in einen nicht resonanten Typ. Der erstere Typ besitzt einen Resonanzpunkt in einem Band entsprechend einer Klopf Frequenz und erfaßt selektiv nur die Vibration in der Nähe der Resonanzfrequenz auf der Basis eines Resonanzphänomens, um dadurch das Klopfen zu erfassen. Der letztere Typ besitzt eine vergleichbar flache Ausgangscharakteristik ohne eine spezifizierte Resonanzfrequenz und extrahiert den Sensorausgang in einem Frequenzband entsprechend eines Klopfens unter Verwendung eines Bandpaßfilters, um dadurch das Klopfen zu erfassen.

Allgemein ist, in dem nicht resonanten Typ eines Klopfensors, eine Haupt-Metallbuchse so angeordnet, dass deren Bodenfläche eine Befestigungsfläche an einer Befestigungseinheit berührt, und ein Schraubelement ist in ein Durchgangsloch der Haupt-Metallbuchse eingesetzt und ist in ein Buchsenschaubloch in der Seite der Befestigungseinheit eingeschraubt, um die Haupt-Metallbuchse und die Befestigungseinheit zusammen zu verbinden. (Siehe zum Beispiel TOKU HYO HEI 6-508920 und US-Patent Nr. 5,398,540). Weiterhin ist ein anderer Typ eines Sensors vorhanden, bei dem ein Bolzenschraubabschnitt integral mit einer Haupt-Metallbuchse ausgebildet ist. Dieser integrierte Körper wird in ein Buchsenschaubloch in einer Befestigungsseite eingeschraubt (siehe zum Beispiel ungeprüfte, japanische Patentveröffentlichung Nr. HEI 1-159467). Bei dieser Befestigung ist es allerdings bekannt, dass die Haupt-Metallbuchse vibrieren wird (gesehen von der Befesti-

gungsseite aus umfaßt die Vibration eines Amplitudenkomponente in einer Richtung, die die Befestigungsfläche schneidet) in einer Richtung entlang einer axialen Linie des Schraubelements (nämlich die Verbindungsrichtung des Schraubelements). Die Vibration wird um den äußeren Kantenabschnitt der Haupt-Metallbuchse auftreten, wenn die axiale Linie des Schraubelements die Mitte ist, und wird bei einer spezifizierten Frequenz in Resonanz treten. Es ist für den nicht resonanten Typ eines Klopfensors erwünscht, eine flache Ausgangsfrequenzcharakteristik zu haben. Allerdings sollte, wenn eine Resonanz so auftritt, wie dies vorstehend beschrieben ist, der erfaßte Ausgangspegel in einem Klopfband erniedrigt werden, oder ansonsten ist die Ausgangsfrequenzcharakteristik für den Einfluß von Rauschen von der Resonanz anfällig, was zu einer fehlerhaften Erfassung führt. Auch kann, in dem resonanten Typ eines Klopfensors, eine Resonanz bei einer nicht erwünschten Frequenz durch einen ähnlichen oder einen anderen Fall auftreten, wobei es wahrscheinlich ist, dass in einem solchen Fall eine fehlerhafte Erfassung auftritt. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Klopfensor zu schaffen, der sicher ein Klopfen mit einer hohen Genauigkeit erfassen kann.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch einen Klopfensor gelöst, der die Merkmale des Anspruchs 1 besitzt.

Bevorzugte Ausführungsformen und Verbesserungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Dabei bedeutet in der vorliegenden Beschreibung der Ausdruck „der Einkerbungsabschnitt oder der vorspringende Abschnitt ist an einer Position einen vorgeschriebenen Abstand weg von der axialen Linie des streifenförmigen, piezoelektrischen Elements gebildet“, dass, zum Beispiel, der Schwerpunkt des Einkerbungsabschnitts oder des vorspringenden Abschnitts von der axialen Linie des plattenförmigen, piezoelektrischen Elements verschoben ist. Zum Beispiel bedeutet, falls der die gegenüberliegende Fläche bildende Abschnitt, auf dem der Einkerbungsabschnitt gebildet ist, flach ist, der Schwerpunkt des Einkerbungsabschnitts, wenn die Öffnung des Einkerbungsabschnitts geschlossen ist und der Einkerbungsabschnitt als massiv behandelt wird, dies, dass der Schwerpunkt der Haupt-Metallbuchse im wesentlichen derjenige eines massiven Körpers ist.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben herausgefunden, dass dann, wenn ein Einkerbungsabschnitt oder ein vorspringender Abschnitt an der gegenüberliegenden Fläche der Haupt-Metallbuchse gebildet ist, ein nicht resonanter Typ eines Sensors eine Aus-

gangsfrequenzcharakteristik liefert, die nur schwierig einen Resonanzpunkt für den Sensorausgang liefert und flach ist. Auch haben sie herausgefunden, dass ein resonanter Typ eines Sensors verhindert, dass eine Resonanz in einem Band, einem anderen als die Klopf Frequenz, auftritt. Die Frequenzcharakteristik für eine Klopf erfassung wird nämlich, in irgendeinem Typ eines Klopf sensors, verbessert, um das Auftreten eines Klopfens akkurat und sicher zu erfassen.

Die Gründe für die Verbesserung aufgrund der Bildung des Einkerbungsabschnitts oder des vorspringenden Abschnitts der Frequenzcharakteristik des Sensors werden als einer der folgenden angesehen:

(1) In der Struktur, bei der die Haupt-Metallbuchse an der Befestigungsfläche durch das Schraubelement angeschraubt und befestigt ist, wird die Schraubkraft größer, je näher man zu der Befestigungsmitte von einem äußeren Kantenabschnitt aus gelangt. Wie die Figur 19A zeigt, wird eine flexible Belastung, verteilt von der Fixiermitte (d.h. die Mittena-xiallinie des Schraubelements), nach außen entlang der Durchmesser richtung in dem die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt erzeugt. Die Befestigungskraft zwischen der gegenüberliegenden Fläche und der Befestigungsfläche wird herabgesetzt, wenn man sich dem äußeren Kantenabschnitt von der Befestigungsmitte aus nähert. Die gegenüberliegende Fläche kann von der Befestigungsfläche beabstandet ausgebildet sein. Als Folge wird, an dem die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt einer Haupt-Metallbuchse, eine Vibration in eine Richtung, die die Befestigungsfläche schneidet, leicht in dem äußeren Kantenabschnitt erzeugt. Andererseits wird, wie in Figur 19B dargestellt ist, wenn ein Einkerbungsabschnitt an dem die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt gebildet ist, ein Bereich mit dünner Dicke in dem Flansch oberhalb des Einkerbungsabschnitts gebildet. Dann biegt sich, wenn die Schraubkraft durch das Schraubelement aufgebracht wird, der Bereich mit der dünnen Dicke leicht in der Richtung, in der das Schraubelement eingeschraubt wird, um irgendeine Wölbung zu absorbieren, die den äußeren Kantenabschnitt anhebt. Diese Anordnung verbessert die Befestigung der gegenüberliegenden Seite des die gegenüberliegende Seite bzw. Fläche bildenden Abschnitts an der Befestigungsfläche. Als Folge wird eine Vibration mit einer Amplitudenkomponenten in der Richtung, die die Befestigungsfläche schneidet, verhindert. Demzufolge wird die Frequenzcharakteristik des Klopf sensors verbessert.

(2) Dynamische Parameter, die das Resonanzphänomen kontrollieren, wie beispielsweise die Position des Schwerpunkts und die Trägheitstensorkomponente der Haupt-Metallbuchse (oder des gesamten Sensors), werden durch Bilden des Einkerbungsabschnitts oder des vorspringenden Abschnitts geändert, und dadurch wird der Resonanzpunkt nicht erzeugt.

Unter der Annahme, dass das Volumen der Gesamtheit der Haupt-Metallbuchse, umfassend das Volumen des Einkerbungsabschnitts oder des vorspringenden Abschnitts,  $V$  ist, und dass das Volumen des Einkerbungsabschnitts oder des vorspringenden Abschnitts alleine  $K$  ist, wird das Verhältnis von  $K/V$  vorzugsweise in dem Bereich von 0,01 bis 0,2 eingestellt. Falls  $K/V$  geringer als 0,01 ist, wird die Frequenzcharakteristik des Klopfensors mit einem Einkerbungsabschnitt oder einem vorspringenden Abschnitt nicht verbessert. Andererseits ist es, falls  $K/V$  0,2 übersteigt, wahrscheinlich, dass einige Klopfensoren eine Resonanz erzeugen. Vorzugsweise wird der Wert von  $K/V$  auf ungefähr 0,015 eingestellt.

Der Einkerbungsabschnitt wird so gebildet, dass er an der gegenüberliegenden Fläche offen ist, was gut geeignet zum Verbessern der Frequenzcharakteristik des Klopfensors ist. Der Grund hierfür ist derjenige, dass der Abschnitt mit dünner Dicke in der Längsrichtung des Schraubelements in der Haupt-Metallbuchse gebildet werden kann. Da sich der Abschnitt mit der dünnen Dicke biegen kann, wird die Befestigung des die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitts an der Befestigungsfläche weiterhin verbessert. Genauer gesagt wird der Einkerbungsabschnitt in dem die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt so gebildet, dass die Tiefe des Einkerbungsabschnitts in derselben Richtung wie die axiale Linie des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements liegt. Die Dicke des Einkerbungsabschnitts wird an der Position, an der der Einkerbungsabschnitt gebildet wird, reduziert.

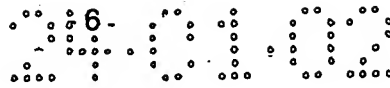
Der Einkerbungsabschnitt ist so gebildet, um den Schwerpunkt des Sensors näher zu der axialen Linie des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements zu bewegen. Zum Beispiel umfassen viele Sensoren vom nicht resonanten Typ eine Struktur, in der ein Verbindungselement zum Aufnehmen eines Ausgangs von dem scheibenförmigen, piezoelektrischen Element von der Seite des Sensorkörpers vorsteht. Falls ein solches Verbindungselement vorgesehen ist, wird der Schwerpunkt des Sensors von der axialen Linie des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements verschoben. Aufgrund der Form des Sen-

sors erzeugt dies eine Resonanz in dem Sensor. In diesem Fall ist der Einkerbungsabschnitt so gebildet, wie dies vorstehend beschrieben ist, so dass der Schwerpunkt des Sensors so korrigiert wird, dass er näher zu der axialen Linie des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements liegt. Dementsprechend besitzt die Anordnung einen anderen Vorteil, der derjenige ist, die Resonanz des Sensors aufgrund der Verschiebung des Schwerpunkts von der axialen Linie zu verhindern.

Als nächstes wird, wenn der Einkerbungsabschnitt in der gegenüberliegenden Fläche gebildet wird, der vorspringende Abschnitt an dem Einkerbungsabschnitt der Befestigungsfläche befestigt. In dieser Anordnung funktioniert der vorspringende Abschnitt auch dahingehend, den Sensor an der Befestigungsfläche zu befestigen. Zusätzlich wirkt, wie später beschrieben wird, wenn der Sensor an der Befestigungseinheit durch die Schraube befestigt wird, der vorspringende Abschnitt als eine Verzahnung, um zu verhindern, dass sich der Sensor dreht, und zwar durch Eingriff mit dem Einkerbungsabschnitt in der Befestigungsfläche während des Anschraubens.

In dem vorstehend beschriebenen Sensor ist das scheibenförmige, piezoelektrische Element in einer Ringform gebildet. Weiterhin kann die Haupt-Metallbuchse so ausgebildet werden, um einen zylindrischen oder zylinder-säulenförmigen Durchgangsabschnitt und einen Flanschabschnitt, integral gebildet an einer Seite des Durchgangsabschnitts und sich nach außen entlang einer Umfangsrichtung des Durchgangsabschnitts erstreckend, zu umfassen. Der Flanschabschnitt bildet den vorstehend erwähnten, die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt. In diesem Fall wird das piezoelektrische, scheibenförmige Element in den Einsetzabschnitt der Haupt-Metallbuchse von einer Richtung gegenüberliegend zu dem Flanschabschnitt eingesetzt. Eine ringförmige Endfläche des Flanschabschnitts gegenüberliegend zu dem scheibenförmigen, piezoelektrischen Element trägt das scheibenförmige, piezoelektrische Element. Die andere Endfläche ist die Fläche gegenüberliegend der Befestigungsfläche, wenn der Sensor an der Befestigungseinheit befestigt wird. Diese Struktur wird für einen nicht resonanten Typ von Klopfensoren verwendet. Gemäß dem vorstehenden Merkmal wird die Erfassungsgenauigkeit des Sensors vom nicht resonanten Typ verbessert.

Wenn der die gegenüberliegende Fläche bildende Abschnitt als der Flanschabschnitt ausgebildet wird, wird eine nachteilige Vibration, die eine Amplitudenkomponente in der Achsenrichtung besitzt, um den äußeren Umfangsabschnitt des Flanschabschnitts herum er-



zeugt, um dadurch die Frequenzcharakteristik zu dämpfen. Allerdings kann, falls der Einkerbungsabschnitt so ausgebildet ist, um sich in die Endfläche gegenüberliegend der Befestigungsfläche zu öffnen, die nachteilige Vibration eingeschränkt werden, aufgrund der Tatsache, dass der Flanschabschnitt dünner in der Position des Einkerbungsabschnitts ist, um dadurch die Erfassungsgenauigkeit des Sensors zu verbessern.

Weiterhin wird in dem vorstehenden Klopfsensor der äußere Umfang der Haupt-Metallbuchse mit einer integral aus Harz geformten Abdeckung abgedeckt. Die Harzabdeckung umfaßt einen Zylinderabschnitt mit einer offenen Spitze, die integral mit der Harzabdeckung ausgebildet ist und nach der Seite vorsteht. In diesem Fall ist es bevorzugt, weiterhin die Erfassungsgenauigkeit des Sensors durch Bilden des Einkerbungsabschnitts an einer Position entsprechend dem Verbinderabschnitt an dem Umfang der axialen Linie in Bezug auf den die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt der Haupt-Metallbuchse zu verbessern. Mit anderen Worten wird, wenn der Verbinderabschnitt gebildet wird, der Schwerpunkt des Sensors zu der Seite des Sensors, an dem der Verbinderabschnitt befestigt ist, hin verschoben. Eine Resonanz wird aufgrund der Verschiebung des Schwerpunkts erzeugt. Dementsprechend wird der Einkerbungsabschnitt in dem die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt an einer Position nahe dem Verbinderabschnitt gebildet, um das Gewicht der Haupt-Metallbuchse um einen Betrag des Einkerbungsabschnitts zu verringern. Die Erhöhung im Gewicht aufgrund des Verbinderschnitts wird teilweise durch Bildung des Einkerbungsabschnitts beseitigt und die Resonanz wird dadurch gedämpft. Andererseits wird, wenn ein vorspringender Abschnitt anstelle des Einkerbungsabschnitts gebildet wird, der vorspringende Abschnitt an einer Seite des Sensors gegenüberliegend dem Verbinderabschnitt in Bezug auf die Mittenaxiallinie des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements gebildet, um dadurch im wesentlichen denselben Effekt zu erhalten.

Der Klopfsensor ist an der Befestigungseinheit angeordnet, wobei die gegenüberliegende Fläche der Haupt-Metallbuchse die Befestigungsfläche berührt und ein Schraubelement durch die Haupt-Metallbuchse, eingeschraubt in einen Buchsenschaubabschnitt, gebildet in der Befestigungseinheit, dringt. Wie unter Bezugnahme auf die Fig. 19A und 19B beschrieben ist, wird, je näher man zu dem äußeren Kantenabschnitt der Haupt-Metallbuchse gelangt, desto mehr die Befestigungskraft zwischen der gegenüberliegenden Fläche und der Befestigungsfläche verringert, was die Erzeugung von einer schädlichen

24.01.02

Vibration wahrscheinlich macht. Diese Vibration ist eine Ursache des Resonanzphänomens. Deshalb wird die vorstehend beschriebene Struktur mit dem Sensor der vorliegenden Erfindung verwendet, um dadurch die Resonanz zu dämpfen und die Klopfersensungs-genauigkeit zu verbessern.

Der Einkerbungsabschnitt greift in einen vorspringenden Abschnitt, gebildet an der Befestigungsfläche, ein, und der vorspringende Abschnitt greift in einen Einkerbungsabschnitt, gebildet daran, ein, so dass sie verhindern, dass sich der Sensor dreht, während das Schraubelement in den Buchsenschaubabschnitt hinein geschraubt wird. Mit anderen Worten kann der Einkerbungsabschnitt, gebildet dafür, den Schwerpunkt des Sensors einzustellen, als ein Anschlagteil oder eine Verzahnung verwendet werden, so dass der Sensor leicht befestigt werden kann. In einem Sensor, der eine Schrauben-Mutter-Anordnung verwendet, um das scheibenförmige, piezoelektrische Element an der Haupt-Metallbuchse zu fixieren, und zwar bei dem Vorgang des Anziehens der Mutter, kann der vorstehende Einkerbungsabschnitt als eine Verzahnung für die Haupt-Metallbuchse verwendet werden. In den beigefügten Zeichnungen:

Figur 1 zeigt eine geschnittene Seitenansicht, die den Klopfsensor gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht, die die Befestigung eines Klopfensors an einer Befestigungseinheit darstellt;

Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht, die das Verfahren eines Verbindens eines scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements an einem Verbindungsanschlußabschnitt darstellt;

Figur 4 zeigt eine erläuternde Ansicht des Verfahrens zum Befestigen eines Klopfensors;

Figur 5 zeigt eine bodenseitige Ansicht, die den Betrieb des Klopfensors der Figur 1 darstellt;

Figur 6 zeigt eine Bodenansicht, die eine erste, modifizierte Ausführungsform des Klopfensors darstellt;

Figur 7 zeigt eine Seitenansicht, die eine zweite, modifizierte Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 8 zeigt eine schematische, geschnittene Ansicht, die ein Beispiel der Befestigung des Klopfensors, wie er in Figur 7 dargestellt ist, darstellt;



Figur 9 zeigt eine schematische Schnittansicht, die ein anderes Beispiel der Befestigung eines Klopfensors darstellt;

Figur 10 zeigt eine Bodenansicht, die eine dritte Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 11 zeigt eine Bodenansicht, die eine vierte Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 12 zeigt eine Bodenansicht, die eine fünfte Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 13 zeigt eine Bodenansicht, die eine sechste Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 14 zeigt eine Bodenansicht, die eine siebte Ausführungsform des Klopfensors darstellt, der nicht innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt;

Figur 15 zeigt eine geschnittene Seitenansicht, die eine achte Ausführungsform des Klopfensors darstellt;

Figur 16 zeigt eine Bodenansicht von Figur 15;

Figur 17 zeigt eine geschnittene Seitenansicht, die eine neunte Ausführungsform des Klopfensors darstellt;

Figur 18 zeigt eine geschnittene Seitenansicht, die eine zehnte Ausführungsform des Klopfensors darstellt;

Figuren 19A und 19B zeigen erläuternde Ansichten der Anordnung eines Einkerbungsabschnitts und eines Abschnitts mit dünner Dicke; und

Figuren 20A und 20B zeigen Profile, die Meßbeispiele der Frequenzcharakteristik in dem Klopfensor in einem Beispiel und in einem Vergleichsbeispiel jeweils darstellen.

Eine detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen vorgenommen.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen wird eine Erläuterung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung angegeben.

Figur 1 stellt eine Schnittansicht der Struktur eines Klopfensors (nachfolgend als „Sensor“ bezeichnet) dar. Der Sensor dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist als ein Sensor vom nicht resonanten Typ konfiguriert. Der Sensor 1 umfaßt ein Gehäuse bzw. eine Verkleidung aus synthetischem Harz (nachfolgend als „Verkleidung“ bezeichnet) 2, eine Haupt-Metallbuchse 5, ein scheibenförmiges, piezoelektrisches Element 8 und einen

Verbindungsanschlußabschnitt 22. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, ist der Sensor 1 an einer Befestigungseinheit 30 angeordnet, so dass die gegenüberliegende Fläche 35 der Haupt-Metallbuchse 5 in Kontakt mit einer Befestigungsfläche 30A der Befestigungseinheit 30 auf der Seite einer Brennkraftmaschine steht. Durch Einschrauben eines Schraubelements 33, das durch ein Durchgangsloch 6 der Haupt-Metallbuchse 5 hindurchführt, in einen Buchsenschaubereich 31 hinein, gebildet in der Befestigungseinheit 30, wird der Sensor 1 an der Befestigungseinheit 30 in einer solchen relativen Position befestigt, wo die axiale Linie O des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8 im wesentlichen orthogonal zu der Befestigungsfläche 30A liegt.

Wie in Figur 1 dargestellt ist, umfasst das Gehäuse 2 einen Körper 3, gebildet in einer zylindrischen Form, und einen Zylinderabschnitt 25, integriert damit, so dass er sich nach außen von seiner Seite erstreckt. Zum Beispiel ist die Verkleidung 2 integral mit der Haupt-Metallbuchse 5 und dem scheibenförmigen, piezoelektrischen Element 8 spritzgegossen. Die Haupt-Metallbuchse 5 umfasst einen zylindrischen Durchgangsabschnitt 7 mit einem Durchgangsloch 6, gebildet in einer axialen Richtung, und einen Flanschabschnitt 10, integral auf der unteren Seite des Durchgangsabschnitts 7 gebildet und sich nach außen entlang einer Umfangsrichtung des Durchgangsabschnitts 7 erstreckend. Der Flanschabschnitt 10 umfasst eine Tragefläche 11, die die untere Fläche des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8 trägt. Der Flanschabschnitt 10 umfasst auch eine gegenüberliegende Fläche 35 an der Endfläche gegenüberliegend der Tragefläche 11.

Auf den äußeren Umfängen des Spitzenendes des Durchgangsabschnitts 7 und des Flanschabschnitts 10 ist eine Mehrzahl eines ungeraden Abschnitts 7a und 10c (zum Beispiel ein ringförmiger, konvexer Abschnitt entlang der Umfangsrichtung) in einer radialen Richtung gebildet. Diese Abschnitte dienen dazu, die Verbindungsfestigkeit zu verbessern, da während eines Spritzgiessens das Harz der Verkleidung 2 zwischen dem Abschnitt eingebracht wird. Ein Schraubabschnitt 13 ist umfangsmäßig auf der Seite des Durchgangsabschnitts 7 geringfügig niedriger als der ungerade Abschnitt 7a gebildet.

Das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 besitzt eine flache, achsensymmetrische Form, z. B. eine flache, kreisförmige Plattenform, die eine Ringform mit einem Lochabschnitt 8a, gebildet zentral dort hindurch in der Dickenrichtung besitzt (Richtung der axialen Linie). Das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 ist mit Elektrodenplatten 9a, 9b versehen, angeordnet auf sowohl seiner oberen als auch seiner unteren Fläche. In die-

sem Zustand ist das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 über den Durchgangsabschnitt 7 der Haupt-Metallbuchse 5 mittels des Lochabschnitts 8a angepasst befestigt, bis es nahe dem Flanschabschnitt 10 liegt. Weiterhin sind eine Isolierplatte 16, ein Ring 17, eine Unterlegscheibe 18, angepasst über den Durchgangsabschnitt 7, befestigt und auf dem scheibenförmigen, piezoelektrischen Element 8 in dieser Reihenfolge gestapelt. Zusätzlich ist der Schraubabschnitt 13 auf dem äußeren Umfang des Durchgangsabschnitts 7 gebildet. Die vorstehenden Elemente 9b, 8, 9a, 16, 17 und 18 sind zusammengedrückt und zwischen dem Flanschabschnitt 10 und dem Mutterelement 20 gehalten. Demzufolge wird das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 durch die Tragefläche 11 des Flanschabschnitts 10 auf seiner Endfläche auf der Seite zu der Elektrodenplatte 9b hin getragen.

Ein Ausgang des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8 wird durch den Verbindungsanschlussabschnitt 22 abgegriffen. Wie in Figur 3 dargestellt ist, ist zum Beispiel der Verbindungsanschlussabschnitt 22 aus Anschlußmetall-Verbindungsanschlußteilen 22a, 22b hergestellt. Ein Ende jedes Anschlußmetall-Verbindungsanschlußteils 22a, 22b ist mit den Elektrodenplatten 9a, 9b jeweils über einen integrierten Widerstand 24 verbunden. Die anderen Enden der Anschlußmetall-Verbindungsanschlußteile 22a, 22b treten durch die Verkleidung 2 hindurch und stehen in einen Zylinderabschnitt 25 vor, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, als ein Teil des Verbinderabschnitts 23. Ein Buchsenverbinder 27 ist über den Verbinderabschnitt 23 angepasst befestigt, so dass der Verbindungsanschlussabschnitt 22 elektrisch mit dem Schaltungsabschnitt (nicht dargestellt) verbunden ist.

Wie in den Figuren 2 und 5 dargestellt ist, öffnet sich ein im wesentlichen kreisförmiger Einschnittabschnitt 37 in der gegenüberliegenden Fläche 35 des Flanschabschnitts 10 auf der Seite des Durchgangsabschnitts 7, auf dem der Zylinderabschnitt 25 angeordnet ist. Der Einkerbungsabschnitt 37 ist so gebildet, dass seine Tiefenrichtung in der axialen Linierrichtung des Flanschabschnitts 10 liegt. Die Dicke des Flanschabschnitts 10 wird unterhalb des Bodens des Einkerbungsabschnitts 37 verringert, um dadurch einen Abschnitt 10d mit dünner Dicke zu bilden.

Das Ende des Durchgangslochs 6 (das als ein Schraubeneinsetzloch dient) an der Bodenfläche des Flanschabschnitts 10 besitzt eine Donut-Form. Das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 besitzt eine Ringform, bei der die äußere Umfangskante und innere Umfangskante im wesentlichen konzentrisch liegen. Das scheibenförmige, piezoelektri-

sche Element 8 ist über den Durchgangsabschnitt 7 befestigt, wie dies zuvor diskutiert ist. Dementsprechend stimmt die Mittenaxiallinie des Flanschabschnitts 10 im wesentlichen mit der Mittenaxiallinie O des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8 überein. Deshalb wird der Schwerpunkt des Einkerbungsabschnitts 37 von der axialen Linie O des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8 verschoben. Hierbei bedeutet der Schwerpunkt des Einkerbungsabschnitts 37 der Schwerpunkt eines virtuellen, massiven Körpers, wenn die gegenüberliegende Fläche 35 virtuell erweitert wird, um die Öffnung des Einkerbungsabschnitts 37 zu verschließen. Der verschlossene Raum in dem Einkerbungsabschnitt 37 wird als virtuell massiv angesehen.

Wie in Fig. 5 dargestellt ist, wird, wenn die gegenüberliegende Fläche 35 des Flanschabschnitts 10 entlang der zentralen, axialen Linie O betrachtet wird, die Position des Schwerpunkts G' des Öffnungsabschnitts des Einkerbungsabschnitts 37 von dem Schwerpunkt der ringförmigen, gegenüberliegenden Fläche 35 verschoben (die Mittenaxiallinienposition O des scheibenförmigen, piezoelektrischen Elements 8).

Nun wird eine Erläuterung des Verfahrens zum Befestigen und zum Verwenden des Klopfensors 1 vorgenommen.

Wie in Fig. 4 dargestellt ist, ist der Sensor 1 auf der Befestigungseinheit 30 angeordnet und der Einkerbungsabschnitt 37 der Haupt-Metallbuchse 5 greift in den vorspringenden Abschnitt 39 in der Befestigungsfläche 30a an einer Position in der Nähe der Öffnung des Buchsenschaubabschnitts 37 ein. Wenn das Durchgangsloch 6 der Haupt-Metallbuchse 5 zu dem Buchsenschaubabschnitt 37 ausgerichtet ist, wird das Schraubelement 33 durch das Durchgangsloch 6 hindurchgeführt und seine Spitze wird in den Buchsenschaubabschnitt 31 eingeschraubt. So wird die Befestigung des Sensors 1 an der Befestigungseinheit 30 abgeschlossen. Wie in Fig. 5 dargestellt ist, wird, da der Einkerbungsabschnitt 37 mit dem vorspringenden Abschnitt 39 in der Seite der Befestigungsfläche 30a eingreift, der Sensor 1 davor bewahrt, dass er sich dreht, wenn das Schraubelement 33 in den Buchsenschaubabschnitt 31 eingeschraubt wird. Dabei ist, zum Beispiel, der vorspringende Abschnitt 39 in der Seite der Befestigungsfläche 30a in einer solchen Art und Weise gebildet, dass der vorspringende Abschnitt 39 einen Schraubabschnitt mit Außengewinde, gebildet an einem äußeren Umfang einer Endseite, besitzt. Der Schraubabschnitt mit Außengewinde ist in ein Buchsenschaubloch, gebildet in der Seite des Befestigungsab-

schnitts 30, eingeschraubt, so dass die andere Endseite von der Befestigungsfläche 30a vorsteht.

Wenn der Sensor 1 so befestigt ist, wird die Vibration, erzeugt während eines Klopfens, auf das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 über die Haupt-Metallbuchse 5 übertragen und das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 wandelt die Vibration in ein elektrisches Signal durch einen piezoelektrischen Effekt um. Das elektrische Signal wird dem Schaltungsbereich (nicht dargestellt) über ein Kabel zugeführt. Der Schaltungsbereich zum Erfassen des Ausgangssignals von dem Sensor 1 wird mit einem Bandpaßfilter geliefert, um nur das Signal bei dem Frequenzband entsprechend des Klopfens zu erfassen.

In dieser Konfiguration ist es für den Sensor 1 schwierig, eine Resonanz zu erzeugen, und die Vibration in dem Zylinderabschnitt 25 wird gedämpft. Entsprechend kann das Klopfen mit einer hohen Genauigkeit erfasst werden. Der Grund hierfür ist wie folgt. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, ist, wenn die Hauptbuchse 5 angezogen und fest an der Befestigungsfläche 30a durch das Schraubelement 33 befestigt ist, die Befestigungskraft desto größer, je näher man zu der Befestigungsmitte gelangt, z. B. der axialen Linie des Schraubelements 33, die nahezu der Mittenaxiallinie O entspricht. In diesem Fall wird, wie in Fig. 19A dargestellt ist, eine flexible Last, verteilt in der Richtung des Durchmessers, in dem Flanschabschnitt 10 der Hauptbuchse 5 erzeugt, und die Befestigungskraft zwischen der gegenüberliegenden Fläche 35 und der Befestigungsfläche 30a wird kleiner, je näher man zu dem Umfangskantenbereich des Flanschabschnitts 10 gelangt. Als Folge ist es, in dem peripheren Kantenabschnitt des Flanschabschnitts 10, wahrscheinlich, dass die Resonanz erzeugt wird, da die schädliche Vibration eine Amplitude in einer Richtung besitzt, die die Befestigungsfläche 30a schneidet, d. h. die Richtung der axialen Linie des Schraubelements 33.

Allerdings wird, wie in Fig. 19B dargestellt ist, wenn der Einkerbungsabschnitt 37 in dem Flanschabschnitt 10 und einem Abschnitt 10d dünner Dicke gebildet ist, dann der Abschnitt 10d mit dünner Dicke leicht gebogen, wenn die Befestigungskraft des Schraubelements 33 aufgebracht wird. Als Folge wird das Einwickeln, das dazu tendiert, an dem peripheren Kantenabschnitt des Flanschabschnitts 10 zu entstehen, absorbiert. Dementsprechend wird die Befestigung der gegenüberliegenden Seite 35 zu der Befestigungsseite 30a verbessert. Es ist schwierig, die schädliche Vibration in dem Flanschabschnitt 10 zu

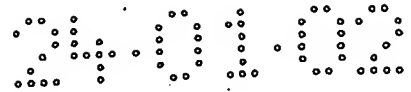
erzeugen, und dadurch wird die Frequenzcharakteristik des Klopfensors 1 verbessert. Zusätzlich tritt, da eine solche Resonanz gedämpft wird, ein Kontaktfehler des Anschlusskontakts aufgrund einer Vibration nur selten auf.

Ein anderer Grund für die Einschränkung der Erzeugung einer Resonanz ist wie folgt. Dynamische Parameter, die das Resonanzphänomen kontrollieren, wie beispielsweise die Schwerkraftposition und die Trägheitstensor Komponente der Haupt-Metallbuchse 5 (oder des gesamten Sensors 1) wird durch Bilden des Einkerbungsabschnitts 37 geändert. In diesem Fall ist es, wenn die Resonanzfrequenz des dynamischen Systems, umfassend den Sensor 1, außerhalb des Vibrationsfrequenzbands, erzeugt durch eine allgemeine Brennkraftmaschine, liegt, möglich, den Resonanzpunkt so zu legen, dass er schwierig zu erzeugen ist. Zum Beispiel kann, wie in Fig. 2 dargestellt ist, wenn der Einkerbungsabschnitt 37 in dem Flanschabschnitt 10 so gebildet ist, dass die Position der Schwerkraft  $G'$  des Sensors 1 zu der axialen Linie O versetzt ist, das Resonanzphänomen effektiv eingeschränkt werden. Dabei kann die Position der Schwerkraft  $G'$  durch Variieren der Größe und der Position des Einkerbungsabschnitts 37 eingestellt werden.

Die effektivste Art und Weise, um die Resonanz des Sensors 1 zu dämpfen, ist die diejenige, den Einkerbungsabschnitt 37 an einer Position nahe des Verbindersabschnitts 23 zu bilden. Allerdings kann, gerade wenn der Einkerbungsabschnitt 37 irgendwo gebildet ist, die Resonanz in einem gewissen Grad gedämpft werden. Zum Beispiel kann der Einkerbungsabschnitt 37 an einer Position entgegengesetzt zu derjenigen, die in Fig. 1 dargestellt ist, in Bezug auf die Axiallinie O, gebildet werden. Unter der Annahme, dass das Volumen der gesamten Haupt-Metallbuchse 5, umfassend das Volumen des Einkerbungsabschnitts 37,  $V$  ist, und das Volumen des Einkerbungsabschnitts (d.h. das Volumen des vorstehend beschriebenen, im wesentlichen zylindrischen, geschlossenen Raums)  $K$  ist, dann liegt das Verhältnis  $K/V$  vorzugsweise in dem Bereich von 0,01 bis 0,2, um die erwünschte Resonanzdämpfung zu erreichen. Vorzugsweise wird der Wert des Verhältnisses  $K/V$  auf ungefähr 0,015 eingestellt.

Verschiedene Typen von modifizierten Ausführungsformen des Klopfensors 1 werden nachfolgend beschrieben.

Der Einkerbungsabschnitt 37 kann trotz der kreisförmigen, flachen Form rechtwinklig sein. Fig. 14 stellt eine Ausführungsform dar, bei der der Einkerbungsabschnitt 37 in einer Bogenform (oder Sektorform) gebildet ist. Zusätzlich kann, wie in Fig. 6 dargestellt ist, an-



stelle des Einkerbungsabschnitts 37, ein nutenförmiger Einkerbungsabschnitt 40 gebildet werden. Beide Enden des Einkerbungsabschnitts 40 öffnen sich zu den inneren und äußeren Umfängen des Flanschabschnitts 10 hin. Weiterhin stellen die Fig. 15 und 16 Ausführungsformen dar, in denen ein Teil des Flanschabschnitts 10 auf der Seite der gegenüberliegenden Fläche 35 teilweise eingeschnitten ist, um dadurch einen im wesentlichen sektorförmigen Einkerbungsabschnitt 55 zu bilden. Wie in Fig. 15 dargestellt ist, ist die Bodenfläche des Einkerbungsabschnitts 55 von der Ebene der Befestigungsfläche 35 weg und nach unten zu dem äußeren Umfang in der Durchmesserrichtung des Flanschabschnitts 10 verjüngt ausgebildet. Dabei ist der Einkerbungsabschnitt 55 an einer Position nahe dem Verbinderabschnitt 23 gebildet. Allerdings kann, wie durch die unterbrochenen Linien in Fig. 16 angedeutet ist, ein anderer Einkerbungsabschnitt 55, der dieselbe Form besitzt, an einer Position gegenüberliegend der axialen Linie O von dem ersten Einkerbungsabschnitt 55 anstelle von oder zusammen mit dem ersten Einkerbungsabschnitt 55 gebildet werden. Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann eine Vielzahl von Einkerbungsabschnitten 37 in dem Flanschabschnitt 10 gebildet werden. Fig. 10 zeigt eine Bodenansicht der Fig. 7 und sie zeigt zwei Einkerbungsabschnitte 37, gebildet so, dass einer an der Seite nahe des Verbinderabschnitts 23 liegt und der andere an der gegenüberliegenden Seite in Bezug auf die Mittenaxiallinie O gebildet ist. Dementsprechend können zwei zylindrische Abschnitte 39 in der Befestigungseinheit 30 gebildet werden, um mit dem jeweiligen Einkerbungsabschnitt 37 in Eingriff zu treten, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist. Alternativ ist nur ein zylindrischer Abschnitt 39 gebildet, um mit irgendeinem der Einkerbungsabschnitte 37 in Eingriff zu treten, wie dies in Fig. 9 dargestellt ist.

Fig. 11 stellt eine Ausführungsform dar, bei der ein Abschnitt 37 mit zwei zusätzlichen Einkerbungen an Position unter rechtem Winkel zu den Einkerbungsabschnitten 37, wie dies in Fig. 10 dargestellt ist, angeordnet sind, um dadurch Bereiche 37 mit vier Einkerbungsabschnitten insgesamt zu erzielen. Alternativ kann, wie in Fig. 12 dargestellt ist, ein Abschnitt 37 mit zwei Einkerbungen an Positionen unter rechten Winkeln zu den Bereichen 37 mit zwei Einkerbungsabschnitten, dargestellt in Fig. 10, angeordnet werden. Diese Anordnung der Einkerbungsabschnitte 37 ist besser als die anderen zur Dämpfung der Resonanz. Andererseits sind, in der Ausführungsform, die in Fig. 13 dargestellt ist, der Einkerbungsabschnitt 37 in Fig. 5 und der andere Einkerbungsabschnitt 37 an einer Position unter rechtem Winkel angeordnet, um dadurch zwei Einkerbungsabschnitte 37 zu bilden.

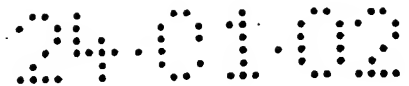


Fig. 17 stellt eine andere Ausführungsform mit einem zylindrischen Abschnitt 50, gebildet in der gegenüberliegenden Fläche 35 des Flanschabschnitts 10, dar. Vorzugsweise besitzt dieser zylindrische Abschnitt 50 eine säulenförmige Form und verhindert oder dämpft die Resonanz des Sensors 1 ähnlich zu einem Einkerbungsabschnitt 37. Die Gründe für eine Verhinderung oder Dämpfung der Resonanz durch Bilden des zylindrischen Abschnitts 50 sind wie folgt. Dynamische Parameter, die das Resonanzphänomen kontrollieren, wie beispielsweise die Schwerpunktposition und die Trägheitstensorkomponente der Haupt-Metallbuchse 5 (oder des gesamten Sensors 1), werden durch Bilden des zylindrischen Abschnitts 50 geändert. Der zylindrische Abschnitt 50 greift in einen Einkerbungsabschnitt 51 in der Befestigungsfläche 30a der Befestigungseinheit 30 ein und verhindert eine Drehung des Sensors 1 während der Befestigung des Sensors 1 an der Befestigungseinheit 30 durch das Schraubelement 33.

Fig. 18 stellt eine andere Ausführungsform des Sensors 1 dar, der einen Einkerbungsabschnitt 37 und einen vorstehenden Abschnitt 39, gebildet daran, besitzt.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind in Bezug auf einen nicht resonanten Typ eines Klopfensors beschrieben worden. Allerdings kann die vorliegende Erfindung bei einem Klopfensor vom Resonanz-Typ angewandt werden. In dem Resonanz-Typ wird eine Resonanz, mit Ausnahme der Klopffrequenz, verhindert und gedämpft und dadurch wird die Klopfersassungsgenauigkeit verbessert.

#### BEISPIEL

Die jeweiligen Elemente des Klopfensors 1, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, wurden mit den folgenden Dimensionen und Materialien hergestellt. Zuerst wurde das scheibenförmige, piezoelektrische Element 8 als ein gesinterter Körper aus Bleizirkonattitanat (PZT) mit einem Außendurchmesser von 23 mm einem Innendurchmesser von 15 mm und einer Dicke von 2,5 mm gebildet. Die Haupt-Metallbuchse 5 wurde aus Kohlenstoffstahl (JIS SWCH25K) hergestellt und sein Flanschabschnitt 10 besaß einen Außendurchmesser von 23 mm, einen Innendurchmesser 8,5 mm und eine Dicke von 3 mm. Der Einkerbungsabschnitt 37 wurde mit einem Innendurchmesser von 6 mm und einer Tiefe von 1,55 mm gebildet. Weiterhin wurde ein Abstand d zwischen dem Schwerpunkt G' der Öffnung des Einkerbungsabschnitts 37 und der Mitte des Flanschabschnitts 10 (die axiale Linie O) auf 8,0 mm eingestellt. Weiterhin wurde das Verhältnis K/V so eingestellt, das es 0,015 betrug, wobei V das Volumen der gesamten Haupt-Metallbuchse 5 einschließlich des Volu-



24.01.02

mens des Einkerbungsabschnitts 37 ist, und K das Volumen des Einkerbungsabschnitts 37 ist. Zum Vergleich wurde ein Sensor 1 ohne einen Einkerbungsabschnitt 37 auch gebildet.

Diese Klopfensoren wurden an einer vorbestimmten Meßeinrichtung befestigt und deren Frequenzcharakteristiken wurden durch Messen der Ausgangsspannung bei einer Vibrationsbeschleunigung von 3G (wobei G die Gravitationsbeschleunigung ist) und einer Vibrationsfrequenz, die sich in dem Bereich von 1 bis 20 kHz variierte, gemessen. Die Fig. 20A und 20B stellen die Meßergebnisse dar. Fig. 20A stellt die Frequenzcharakteristika der Ausführungsform eines Sensors 1 mit einem Einkerbungsabschnitt 37 dar. Fig. 20B stellt die Frequenzcharakteristik des Sensors 1 ohne einen Einkerbungsabschnitt 37 dar. Genauer gesagt tragen in dem Sensor 1 ohne einen Einkerbungsabschnitt 37 die Peaks des Ausgangs (dargestellt durch den angedeuteten Kreis) zu der Resonanz in den jeweiligen Bereichen von 16-17 kHz und 18-19 kHz bei. Andererseits wird in dem Sensor 1 mit einem Einkerbungsabschnitt 37 eine flache und gute Frequenzcharakteristik ohne einen Peak erhalten.

EP 97 120 109.0

NGK SPARK PLUG CO., LTD.

### Patentansprüche

1. Klopfsensor (1), der umfasst:

- ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element (8), das Schwingung aufgrund von Klopfen erfasst, das in einem Verbrennungsmotor erzeugt wird;
- eine Haupt-Metallbuchse (5), die das piezoelektrische Element (8) an einer Seite einer Fläche davon trägt, wobei die Haupt-Metallbuchse (5) an einer Anbringungseinheit (30) des Verbrennungsmotors angebracht werden kann; und
- einen Verbindungsanschlussabschnitt (22),

wobei das scheibenförmige piezoelektrische Element (8) eine axialsymmetrische Form hat, so dass eine Axialmittellinie des scheibenförmigen piezoelektrischen Elementes (8) eine Anbringungsfläche (30a) der Anbringungseinheit (30) schneidet; und

die Haupt-Metallbuchse (5) einen Abschnitt aufweist, der eine gegenüberliegende Fläche (35) zwischen der Buchse (5) und der Anbringungsfläche (30a) der Anbringungseinheit (30) bildet,

**dadurch gekennzeichnet, dass:**

der die gegenüberliegende Fläche bildende Abschnitt genau einen Einkerbungsabschnitt (37) aufweist, der sich in der gegenüberliegenden Fläche (35) öffnet, und/oder genau einen Vorsprungsabschnitt (50), der von der gegenüberliegenden Fläche (35) des die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitts vorsteht,

wobei der Einkerbungsabschnitt (37) auf der Seite des Verbindungsanschlussabschnitts (22) in einem vorgegebenen Abstand zu der Axialmittellinie ausgebildet ist, und der Vorsprungsabschnitt (50) auf der Seite gegenüber dem Verbindungsanschlussabschnitt (22) in einem vorgegebenen Abstand zu der Axialmittellinie ausgebildet ist.

2. Klopfsensor (1) nach Anspruch 1, wobei der Einkerbungsabschnitt (37) so ausgebildet ist, dass eine geometrische Schwerpunktposition eines Diagramms, das entsteht, indem die gegenüberliegende Fläche (35) in Bezug auf eine virtuelle Ebene senkrecht zu der Axiallinie des scheibenförmigen piezoelektrischen Elementes (8) und einem geometrischen scheibenförmigen Element (8) projiziert wird, und eine geometrische Schwerpunktposition eines Diagramms, das entsteht, indem der Öffnungsabschnitt des Einkerbungsabschnitts (37) auf die gegenüberliegende Fläche (35) in Bezug auf selbige projiziert wird, in der virtuellen Ebene zueinander versetzt sind.
3. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der Einkerbungsabschnitt (37) in dem die gegenüberliegende Fläche (35) bildenden Abschnitt ausgebildet ist, so dass die Richtung der Axiallinie des scheibenförmigen piezoelektrischen Elementes (8) eine Tiefenrichtung wird und eine Dicke des die gegenüberliegende Fläche (35) bildenden Abschnitts an der Ausbildungsposition des Einkerbungsabschnitts (37) verringert wird.
4. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Vorsprungsabschnitt (50) an einem Einkerbungsabschnitt (51) angebracht ist, der in der Anbringungsfläche (30a) ausgebildet ist.
5. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 wobei:
  - das scheibenförmige piezoelektrische Element (8) in einer Ringform ausgebildet ist;
  - die Haupt-Metallbuchse (5) einen zylindrischen oder säulenförmigen Durchgangsabschnitt (7) und einen Flanschabschnitt (10) enthält, der integral mit der

Haupt-Metallbuchse (5) an einer Abschlussseite des Durchgangsabschnitts (7) ausgebildet ist und sich in einer Umfangsrichtung des Durchgangsabschnitts (7) nach außen erstreckt, wobei der Flanschabschnitt (10) den die gegenüberliegende Fläche bildenden Abschnitt bildet;

- das scheibenförmige piezoelektrische Element (8) von einer Seite aus, die der Seite, an der der Flanschabschnitt (10) ausgebildet ist, gegenüberliegt, über den Durchgangsabschnitt (7) der Haupt-Metallbuchse (5) geschoben ist;
  - der Flanschabschnitt als eine Tragefläche (11), die das scheibenförmige piezoelektrische Element an einer dem übergeschobenen scheibenförmigen piezoelektrischen Element (8) gegenüberliegenden ringförmigen Abschlussfläche trägt, und als die der Anbringungsfläche an einer Abschlussfläche gegenüber der Tragefläche (35) gegenüberliegende Fläche dient.
6. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Einkerbungsabschnitt (37) so ausgebildet ist, dass er sich in der Abschlussfläche (35) gegenüber der Tragefläche (11) des Flanschabschnitts (10) öffnet.
7. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:
- ein Außenumfang der Haupt-Metallbuchse (5) mit einer Harzverkleidung (2) überzogen ist, die integral damit geformt wird;
  - an einer Seite der Harzverkleidung (2) ein Zylinderabschnitt (25) mit einer offenen Spitze integral mit der Harzverkleidung (2) in einer seitlich vorstehenden Form ausgebildet ist;
  - ein Verbindungsanschlussabschnitt (22) zum Weiterleiten eines Ausgangssignals des scheibenförmigen piezoelektrischen Elementes (8) vorhanden ist, der die Harzverkleidung (2) durchdringt und in den Zylinderabschnitt (25) hinein vorsteht, und der Verbindungsanschlussabschnitt (22) sowie der Zylinderabschnitt (25) einen Verbinderabschnitt (23) bilden; und

- der wenigstens eine Einkerbungsabschnitt (37) in dem die gegenüberliegende Fläche (35) bildenden Abschnitt an einer Position, die dem Verbinderabschnitt (23) entspricht, um die Axiallinie herum ausgebildet ist.
8. Klopfsensor (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der Klopfsensor (1) an dem Anbringungsabschnitt (30) in einem Zustand angeordnet ist, in dem die gegenüberliegende Fläche (35) der Haupt-Metallbuchse (5) in Kontakt mit der Anbringungsfläche (30a) ist und an dem Anbringungsabschnitt (30) so angebracht ist, dass ein Schraubenelement (33), das die Haupt-Metallbuchse (5) durchdringt, in ein Innengewinde (31) eingeschraubt ist, das in dem Anbringungsabschnitt (30) ausgebildet ist.
  9. Klopfsensor (1) nach Anspruch 8, wobei die gegenüberliegende Abschlussfläche des Flanschabschnitts (10) durch Öffnung eines Durchgangslochs des Schraubenelementes ringförmig ausgebildet ist, und, da die ringförmige Abschlussfläche zu der gegenüberliegenden Fläche gehört, der Einkerbungsabschnitt (37) und der Vorsprungsabschnitt (50) darin ausgebildet sind.
  10. Klopfsensor (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Einkerbungsabschnitt (37) mit einem Vorsprungsabschnitt zum Arretieren in Eingriff ist, der an der Anbringungsfläche (30a) ausgebildet ist.
  11. Klopfsensor (1) nach Anspruch 1, wobei ein Verhältnis  $K/V$  im Bereich von 0,01 bis 0,2 liegt, wobei ein Gesamtvolumen der Haupt-Metallbuchse (5) einschließlich des Volumens des Einkerbungsabschnitts (37) oder des Vorsprungsabschnitts (50)  $V$  ist und ein Volumen des Einkerbungsabschnitts (37) oder des Vorsprungsabschnitts (50)  $K$  ist.

FIG. 1

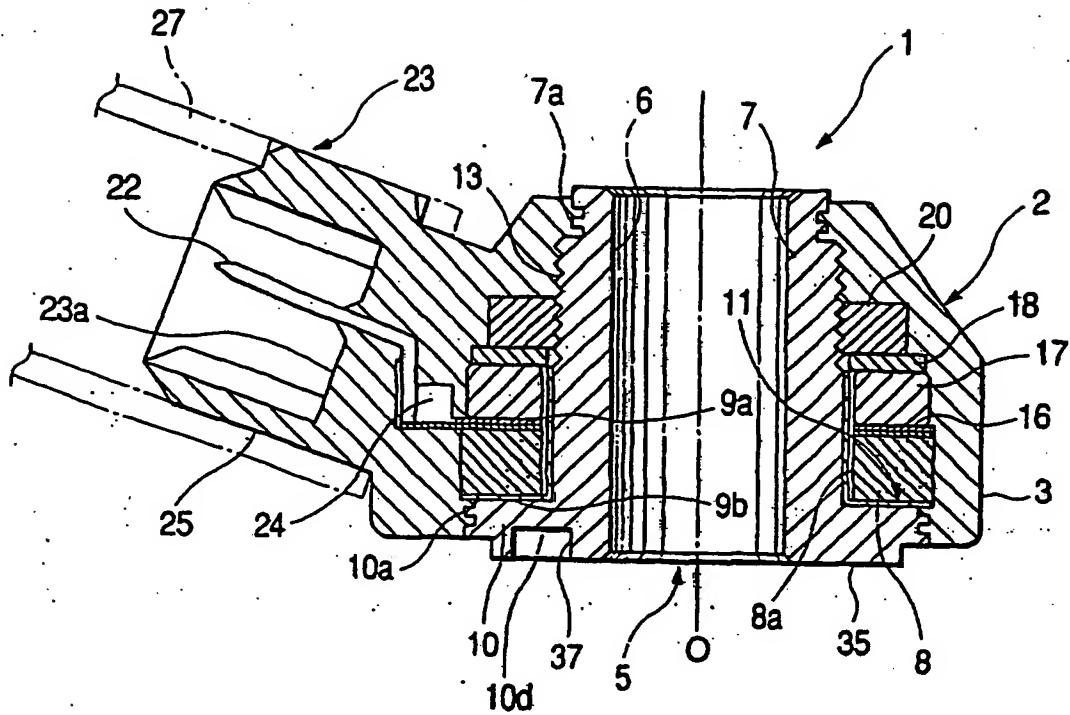


FIG. 2

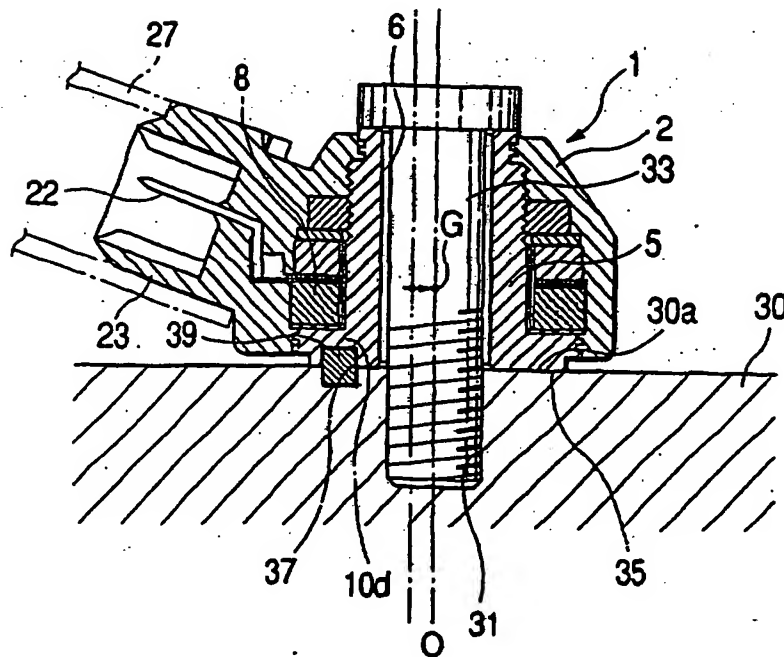


FIG. 3

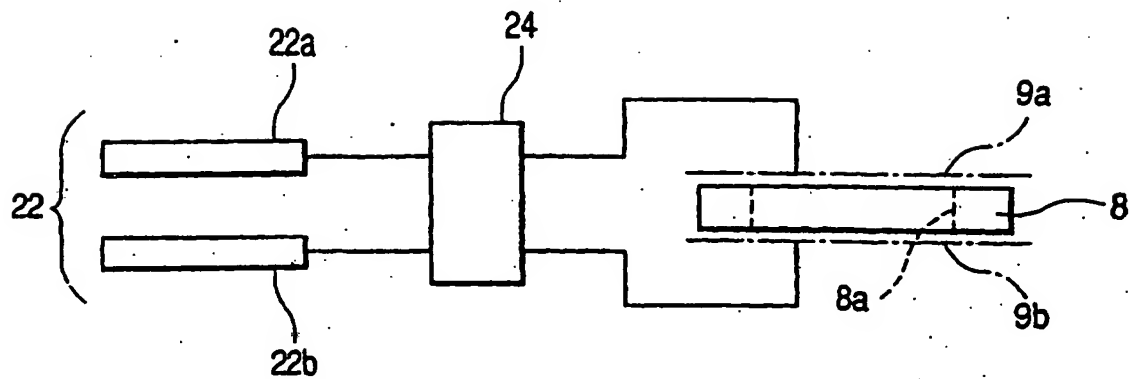
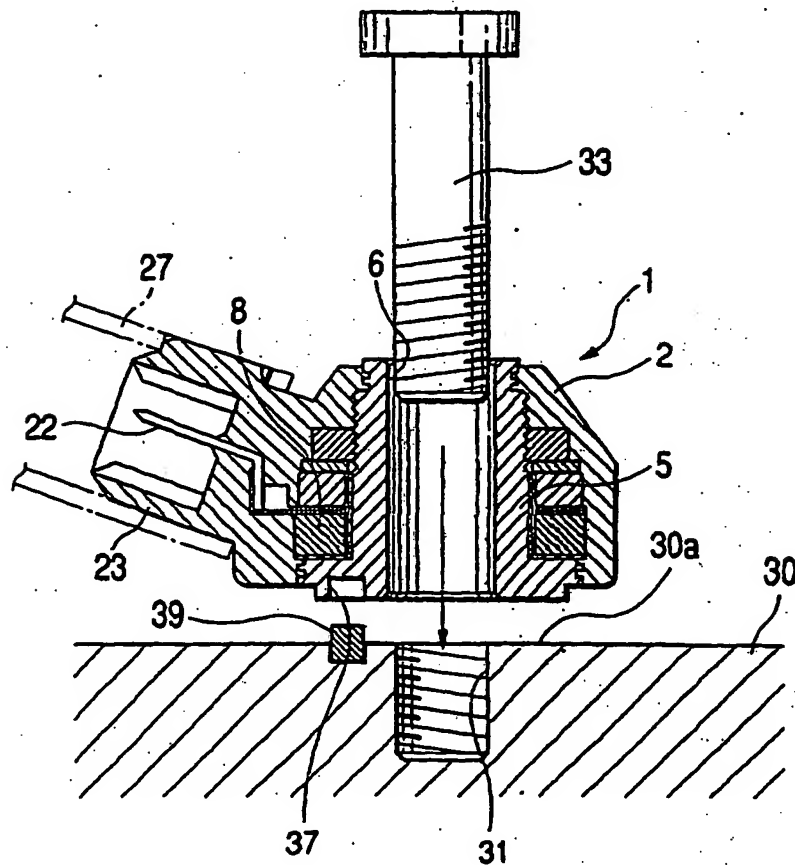


FIG. 4



3/11

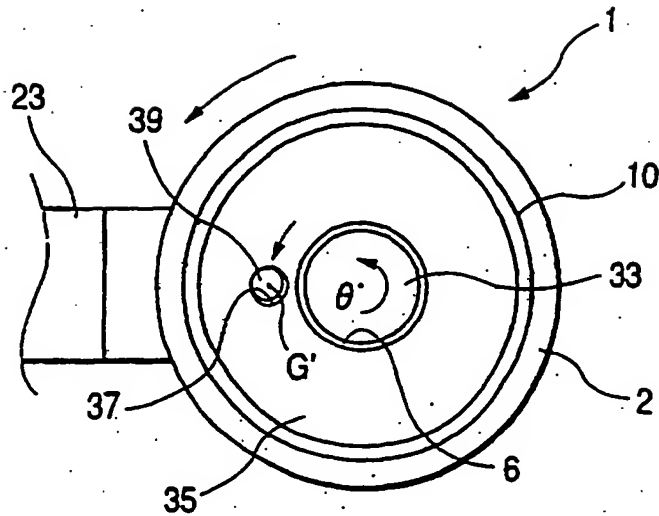
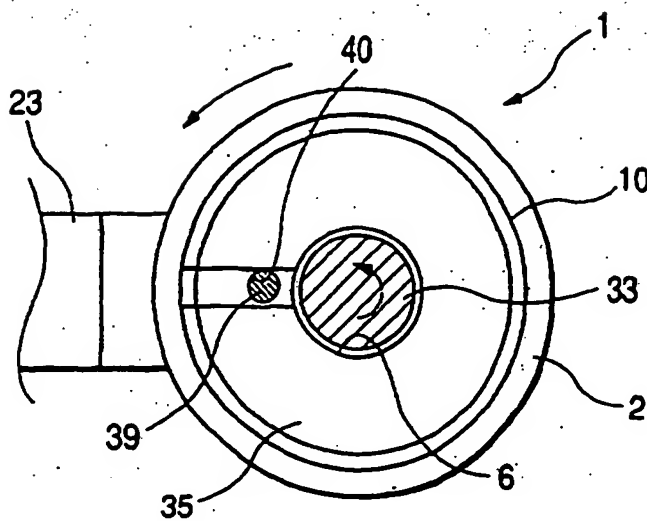
**FIG. 5****FIG. 6**





FIG. 8

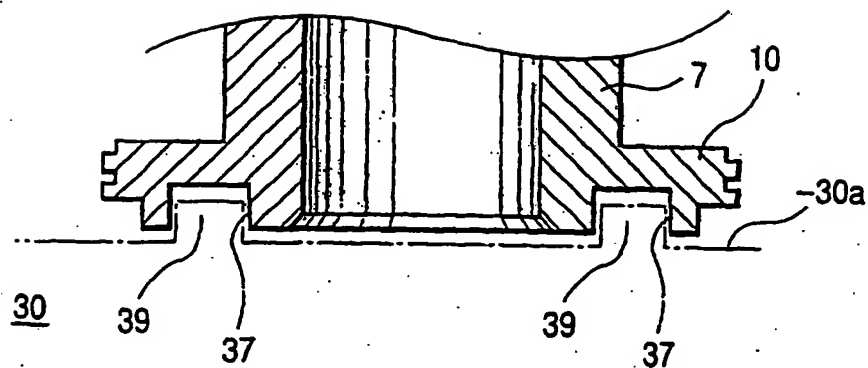


FIG. 9

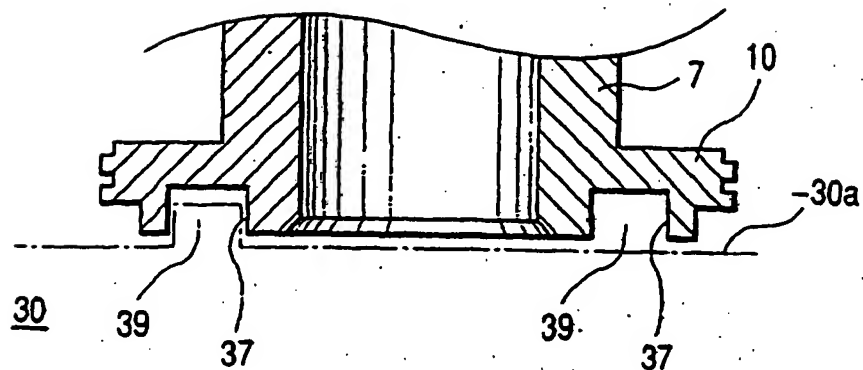


FIG. 10

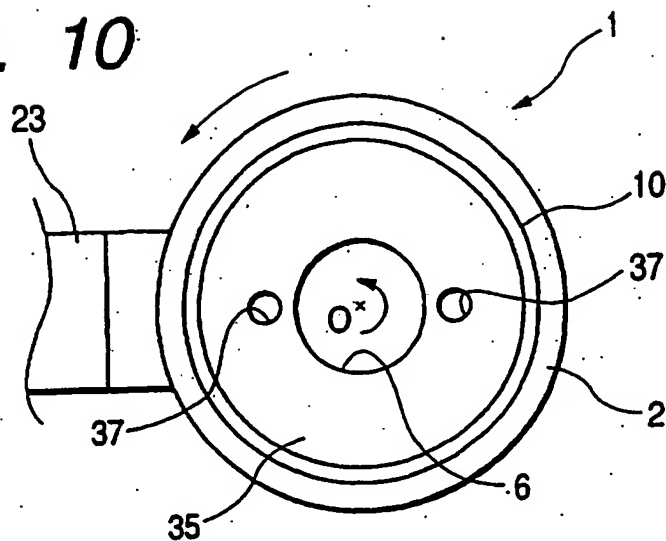


FIG. 11

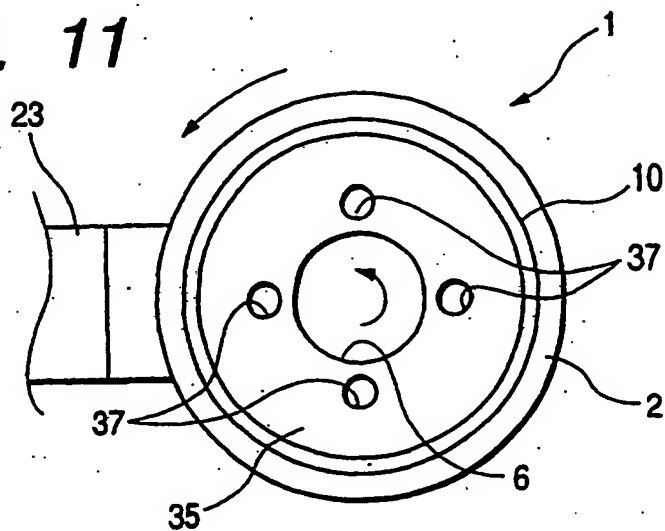
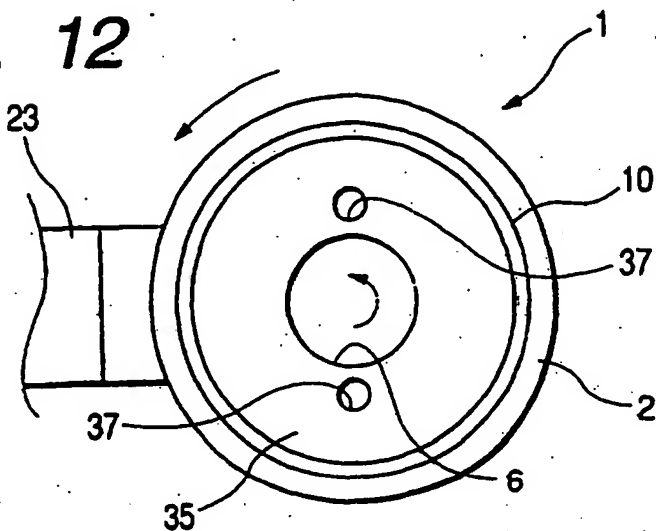
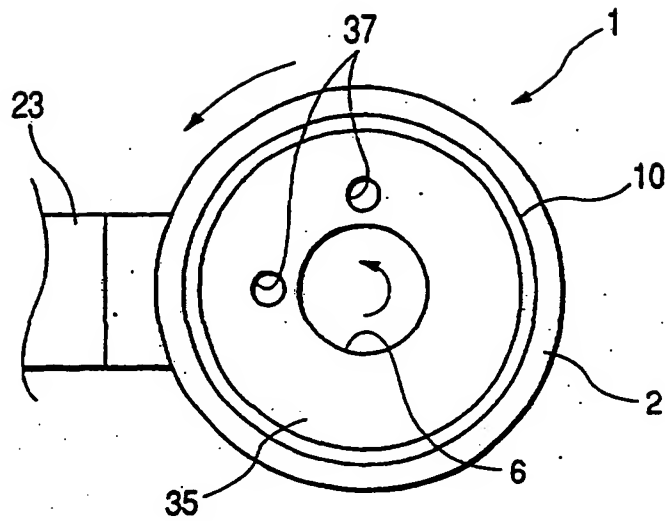
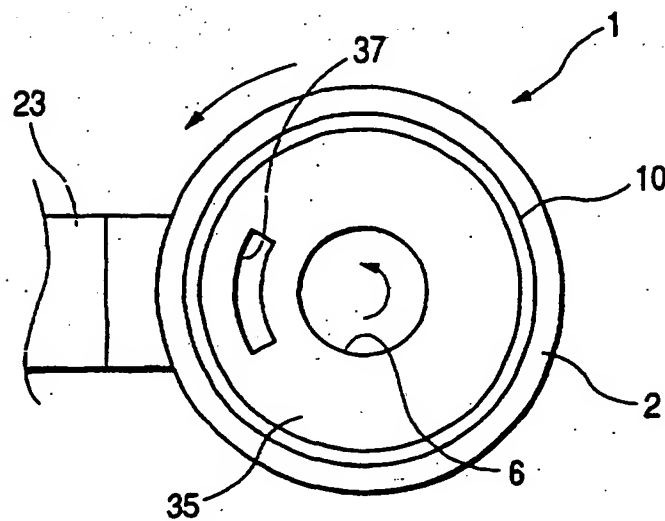


FIG. 12

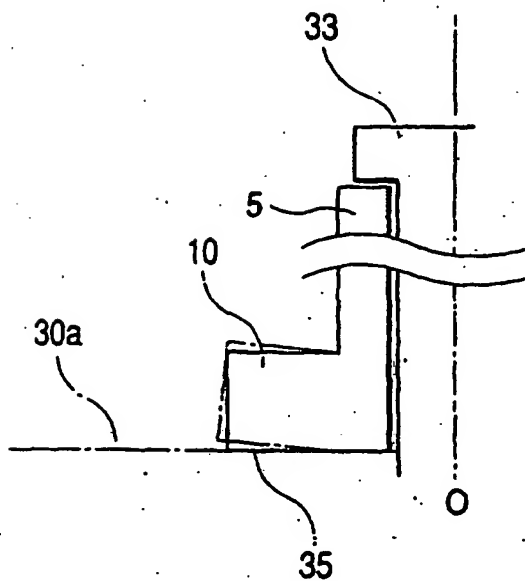
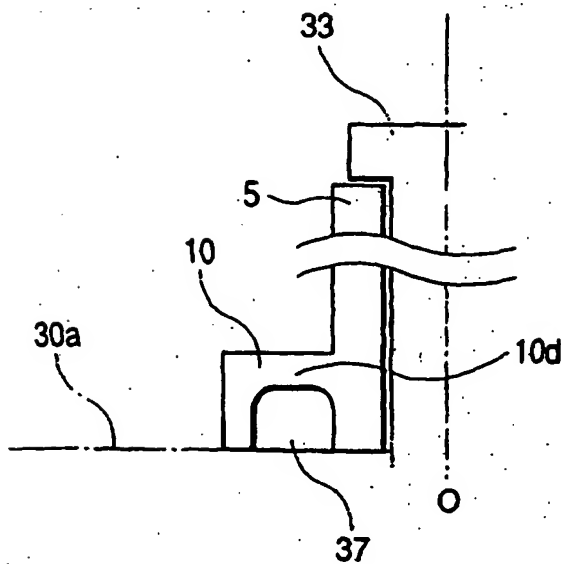


**FIG. 13****FIG. 14**





10/11

**FIG. 19A****FIG. 19B**

24.01.02

11/11

FIG. 20A

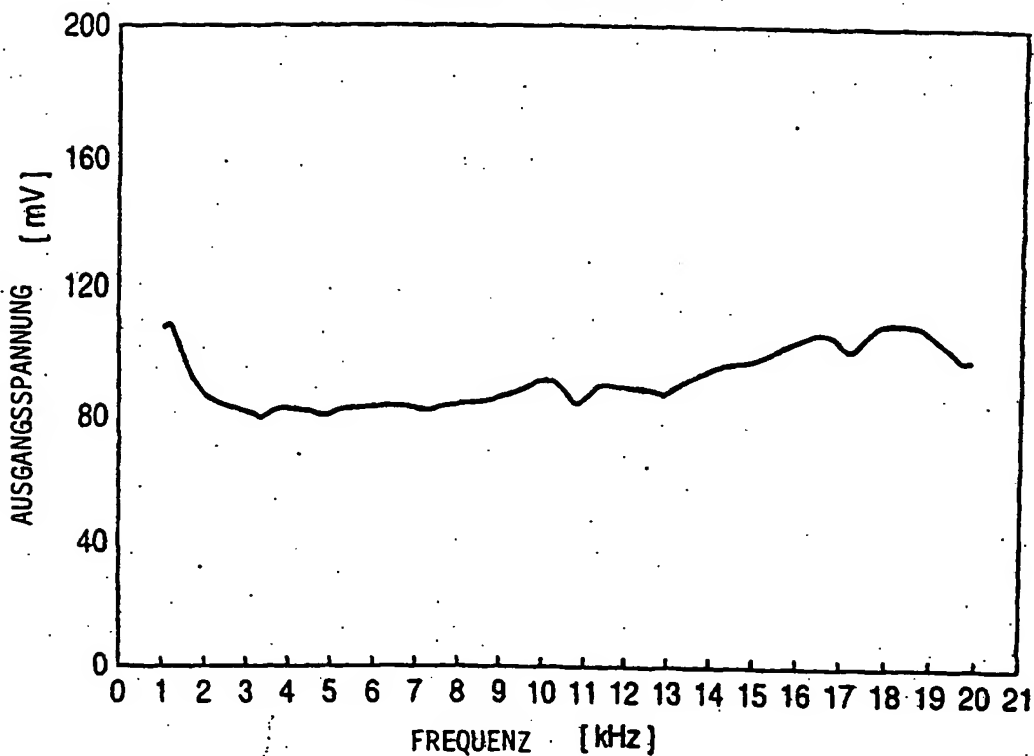
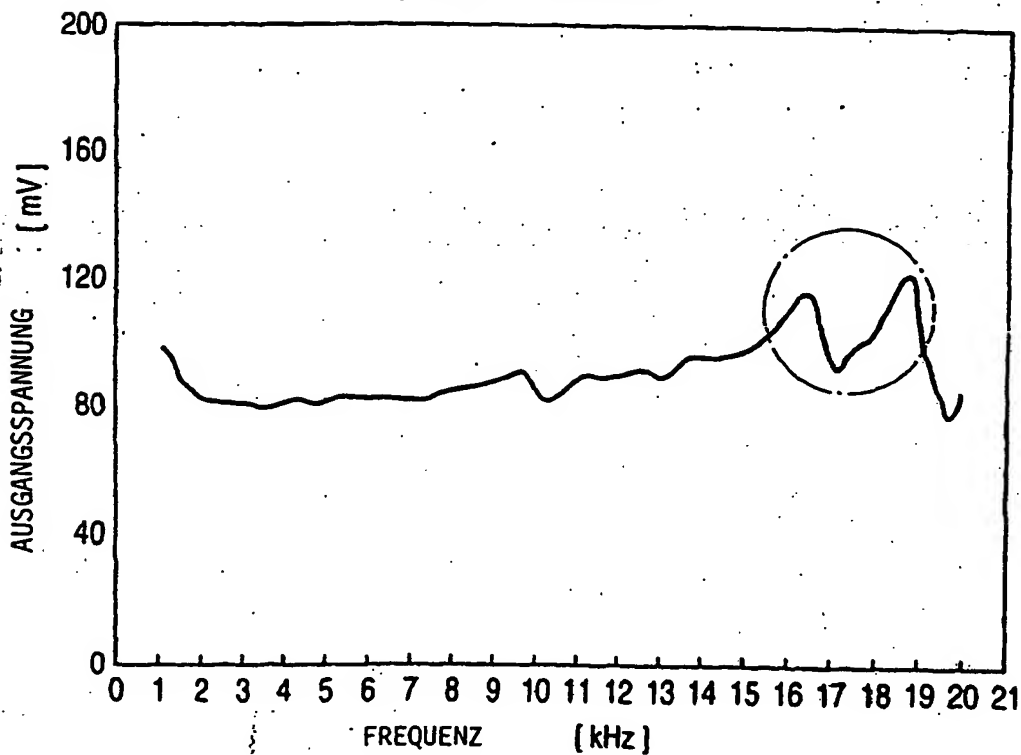


FIG. 20B





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**